MANUAL DE BOAS PRÁTICAS PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

PROGRAMA
SUSTENTAR

INVESTIR NO SEU FUTURO

FICHA TÉCNICA

Título
Manual de Boas Práticas para a Eficiência Energética
Coordenação e Edição
AIMinho – Associação Empresarial
Av. Dr. Francisco Pires Gonçalves, 45 – Ap. 99 | 4711-954 Braga
Tel.: +351 253 202 500 | Fax.: +351 253 276 601
www.aiminho.pt

Elaboração e Execução de Conteúdos
SOLUCIONA – Sistemas Integrados de Gestão, Lda.

Local de Edição
Braga

Data de Edição
Maio de 2010

Design Gráfico e Produção
Ikcomunicação

Tiragem
300 exemplares

Depósito Legal
318038/10

ISBN
978-972-99502-9-2

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE QUADROS

INTRODUÇÃO

I. INTRODUÇÃO

O presente documento constitui-se como um Manual de Boas Práticas para a Eficiência Energética nas empresas, tendo por base um estudo de campo sobre as práticas de gestão da energia de determinados sectores de actividade económica, das regiões Norte e Centro do país, seleccionados em função da sua representatividade nos tecidos económicos destas duas regiões, dos respectivos consumos de energia e do poder de disseminação para as restantes actividades.

Assim, este Manual de Boas Práticas para a Eficiência Energética tem como grande objectivo a promoção e difusão de medidas conducentes à eficiência energética nas empresas, assumindo, desta forma, uma forte componente pedagógica e informativa.

Enquadra-se no âmbito do Projecto Programa Sustentar – Eficiência Energética, Ambiente e Responsabilidade Social nas Empresas, apoiado pelo Sistema de Apoio a Acções Colectivas do Compete – Programa Operacional Factores de Competitividade do QREN e da União Europeia (Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional), que visa potenciar a sustentabilidade social através da aposta nestes três factores críticos de sucesso. A intervenção do projecto está assim estruturada numa abordagem integrada das três áreas de intervenção chave para a sustentabilidade: a eficiência energética, o ambiente e a responsabilidade social.

SELECÇÃO DOS SECTORES A ESTUDAR

II. SELECÇÃO DOS SECTORES A ESTUDAR

Para a selecção dos sectores e subsectores de actividade a estudar, no âmbito deste trabalho, foi efectuado um levantamento prévio da caracterização da actividade económica das regiões Norte e Centro, assim como realizada uma análise ao consumo de energia respectivo. A selecção dos quatro subsectores alvo do presente Manual teve em conta a importância económica e o consumo energético dos diversos sectores e subsectores, assim como o poder de disseminação nas restantes áreas de actividade em função da caracterização do seu nível de eficiência e das práticas de gestão de energia.

II.I CARACTERIZAÇÃO DA ACTIVIDADE ECONÓMICA DA REGIÃO NORTE

A caracterização da actividade económica da região Norte teve por base vários indicadores estatísticos como, por exemplo, o número de empresas criadas e existentes, o volume de negócios e o número de pessoas ao serviço, nas diversas áreas de actividade.

Os resultados obtidos evidenciam a importância que os sectores do Comércio e da Indústria Transformadora assumem no tecido económico desta região, dividindo a liderança nos principais indicadores. Assim, se em termos do número de empresas, existentes ou recém criadas, é o sector do Comércio que lidera, no que respeita à dimensão das empresas e ao volume de emprego gerado, a Indústria Transformadora assume o papel principal.

Deste modo, tendo em consideração o objectivo deste estudo e considerando-se, ainda, o maior impacto que, em geral, os factores associados à eficiência energética apresentam na indústria transformadora, optou-se por seleccionar este sector de actividade económica.

II.II SELECÇÃO DOS SUBSECTORES DA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA NA REGIÃO NORTE

De forma a seleccionar os subsectores de actividade para o Estudo de Campo, no âmbito da indústria transformadora, foi efectuada uma análise comparativa, com base nos seguintes critérios:

- nº de empresas existentes;
- nº de funcionários;
- Valor Acrescentado Bruto (VAB).

Nas figuras seguintes, apresenta-se, por Subsecção do Código das Actividades Económicas (Rev. 2.1), o contributo, em termos percentuais, de cada uma para o indicador do critério de avaliação correspondente.

No Quadro 1 é efectuada a identificação e descrição das subsecções ou subsectores em função das siglas utilizadas nos gráficos.

Figura 1
Distribuição das empresas por subsector da indústria transformadora da região Norte.
(Fonte – Anuário estatístico da Região Norte, 2007)

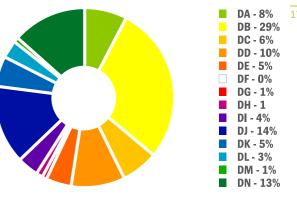



Figura 2
Distribuição, percentual, do nº de colaboradores por subsector da indústria transformadora da região Norte.
(Fonte – Anuário estatístico da Região Norte, 2007)

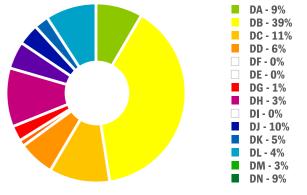



Figura 3
Distribuição, percentual, do VAB por subsector da indústria transformadora da região Norte.
(Fonte – Anuário estatístico da Região Norte, 2007)

Código	Descrição
DA	Indústrias alimentares, das bebidas e do tabaco
DB	Industria têxtil
DC	Indústria do couro e dos produtos do couro
DD	Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras
DE	Indústrias de pasta, de papel e cartão e seus artigos; edição e impressão
DF	Fabricação de coque, produtos petrolíferos refinados e combustível nuclear
DG	Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais
DH	Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas
DI	Fabricação de outros produtos minerais não metálicos
DJ	Indústrias metalúrgicas de base e de produtos metálicos
DK	Fabricação de máquinas e de equipamentos, n.e.
DL	Fabricação de equipamento eléctrico e de óptica
DM	Fabricação de material de transporte
DN	Indústrias transformadoras, n.e.

Quadro 1
Descrição das Subsecções do Código das Actividades Económicas

Resumidamente, a análise das figuras anteriores permite concluir:

- o subsector da Indústria Têxtil é o que apresenta maior peso no número de empresas existentes, representando 29% do total das empresas existentes na Indústria Transformadora da região;
- as empresas da Indústria Metalúrgica de Base e de Produtos Metálicos representam 14% do total das empresas da Indústria Transformadora da região, correspondendo ao subsector que, a seguir ao Têxtil, apresenta um maior número de empresas;
- ao nível do nº de colaboradores, o principal destaque vai igualmente para a Indústria Têxtil, cujo pessoal ao serviço representa uma parcela de 39% do total do pessoal ao serviço das empresas da indústria desta região;
- as Indústrias do Couro e dos Produtos de Couro e as Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos representam os subsectores que, depois da Industria Têxtil, mais contribuem para o nº de pessoal ao serviço com, respectivamente, 11% e 10% do total;
- em relação ao Valor Acrescentado Bruto (VAB), verifica-se, tal como no n.º de colaboradores, que a Indústria Têxtil lidera, com 27% do total do VAB da Indústria Transformadora da região, seguida das Indústrias Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos, com 14% desse total.

II.III CARACTERIZAÇÃO DA ACTIVIDADE ECONÓMICA DA REGIÃO CENTRO

Tal como para a região Norte, também para a região Centro foi realizada uma caracterização da actividade económica, tendo sido adoptados os mesmos indicadores estatísticos.

Dos resultados obtidos, salienta-se a importância que o sector do Comércio por Grosso e a Retalho, Reparação de Veículos Automóveis, Motociclos e de Bens de Uso Pessoal e Doméstico assume, seja em termos do número de empresas, seja no que respeita ao contributo para o volume de negócios da região. Por outro lado, no que respeita ao pessoal ao serviço, os dados permitem identificar que a Indústria Transformadora assume o papel mais preponderante, tal como verificado na região Norte.

Deste modo, foi possível concluir que, apesar de em menor número e de não

atingirem o volume de negócios gerado pelo Comércio por Grosso e a Retalho, Reparação de Veículos Automóveis, Motociclos e de Bens de Uso Pessoal e Doméstico, ainda que por uma diferença reduzida, as empresas da Indústria Transformadora apresentam maior dimensão e são responsáveis por uma parte significativa do emprego gerado na região.

Por estes motivos, e tendo igualmente em conta os objectivos da análise, tornou-se necessário identificar as subsecções ou subsectores da Indústria Transformadora mais representativos ao nível da região Centro do país.

II.IV SELECÇÃO DOS SUBSECTORES DA INDÚSTRIA TRANSFORMADORA NA REGIÃO CENTRO

Tal como efectuado para a região Norte e com base nos mesmos critérios, foi realizado um estudo comparativo entre os vários subsectores da Indústria Transformadora do Centro.

Nas figuras 4, 5 e 6 apresenta-se, por Subsecção do Código das Actividades Económicas (Rev. 2.1), o respectivo peso (em termos percentuais) para o indicador do critério de avaliação correspondente.

Figura 4
Distribuição das empresas por subsector da indústria transformadora da região Centro.
(Fonte – Anuário estatístico da Região Centro, 2007)

Figura 5
Distribuição, percentual, do nº de colaboradores por subsector da indústria transformadora da região Centro.
(Fonte – Anuário estatístico da Região Centro, 2007)

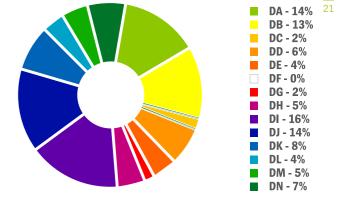
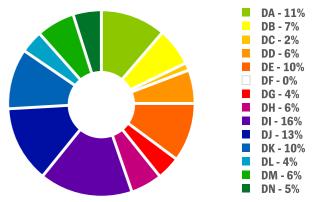



Figura 6
Distribuição, percentual, do VAB por subsector da indústria transformadora da região Centro.
(Fonte – Anuário estatístico da Região Centro, 2007)

Da análise destes indicadores e figuras, é possível retirar as seguintes considerações principais:

- o subsector das Indústrias Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos é o que apresenta maior dimensão na região Centro, representando 25% do número total de empresas existentes na Indústria Tranformadora;
- as empresas da Indústria Alimentar, das Bebidas e do Tabaco representam, na mesma região, 15% das empresas existentes na

Indústria Tranformadora. Por sua vez, o subsector da Madeira e da Cortiça e suas Obras tem um peso de 9%, enquanto os subsectores das Indústrias Transformadoras não Especificadas e da Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos representam, cada um, 10% das empresas existentes na Indústria Tranformadora na região em causa;

- considerando o pessoal ao serviço por subsector da Indústria Tranformadora verifica-se, na região Centro, que as empresas da Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos representam 16% do total, sendo o subsector com maior representatividade neste critério;
- ainda em relação ao indicador pessoal ao serviço, a seguir ao subsector da Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos, os subsectores das Indústrias Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos e das Indústrias Alimentares, das Bebidas e do Tabaco, assumem maior relevância, representando 14% do total cada uma. Com pouca margem de diferença surge, ainda, a Indústria Têxtil (13%).
- em relação ao Valor Acrescentado Bruto das empresas da Indústria Transformadora da região Centro, apresenta-se, tal como o pessoal ao serviço, repartido em percentagens bastantes próximas, por vários subsectores, com ligeiro destaque para a Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos (16% do total) e para as Indústrias Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos (13% do total).

II.V CARACTERIZAÇÃO DOS CONSUMOS DE ENERGIA

Como se referiu anteriormente, a selecção dos subsectores de actividade industrial e, posteriormente, das empresas a visitar teve por base a caracterização

económica das actividades económicas no Norte e Centro do País, regiões de intervenção do projecto, assim como o peso dessas actividades nos consumos de energia totais.

Tal como na caracterização das actividades económicas, no caso do consumo de energia, procurou-se identificar os subsectores de actividade industrial com maior relevo a este nível em Portugal.

Assim, com base nos dados recolhidos, foi possível efectuar uma análise do consumo de energia, entre os anos 2000 e 2007, para os vários sectores de actividade económica. Salienta-se que, neste caso, o sector industrial corresponde ao sector extractivo e ao sector transformador.

No Quadro 2 apresentam-se os consumos de energia totais em Portugal para cada sector de actividade económica, durante o período de 8 anos considerado. Para este período, nos gráficos das Figura 7 e 8, apresentam-se a variação do consumo total de energia e a variação da quota de consumo de cada sector no consumo total do país, respectivamente. Já nas figuras 9 e 10 são apresentadas as variações das quotas de consumo e do consumo de energia no sector industrial português.

Quadro 2
Consumo de energia, expresso em tep's, verificados de 2000 a 2007 para os vários sectores de actividade económica em Portugal. Fonte INE, 2009.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Agricultura e Pescas	476 631	509 780	502 876	425 522	418 488	378 968	366 769	327 894
Indústrias Extractoras	95 340	136 619	106 641	104 949	125 831	118 403	105 351	*151 869*
Indústrias Transformadoras	5 455 777	5 351 972	5 408 170	5 426 445	5 508 228	5 405 141	5 466 202	5 294 796
Sector Industrial	5 551 117	5 488 591	5 514 811	5 531 394	5 634 059	5 523 544	5 571 553	5 446 665
Construção e Obras Públicas	731 662	999 107	903 567	760 700	849 221	918 228	712 923	630 273
Transportes	6 673 540	6 745 548	6 894 341	6 933 884	6 911 988	6 894 315	6 984 139	6 796 308
Doméstico	2 926 374	2 925 959	3 017 047	3 068 464	3 145 982	3 219 566	3 199 085	3 195 734
Serviços	1 824 038	2071549	2 165 207	2 345 748	2 513 232	2 542 849	2 264 050	2 297 927
Total	**18 183 362**	**18 740 534**	**12 997 848**	**19 065 712**	**19 472 952**	**19 477 471**	**19 098 519**	**18 994 801**

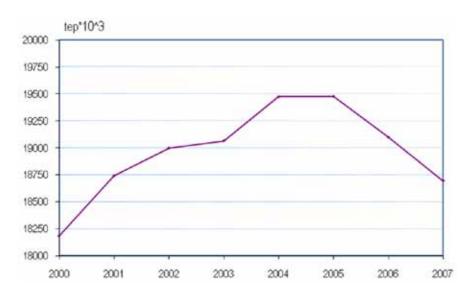



Figura 7
Variação do consumo total de energia de 2000 a 2007 em Portugal (Fonte INE, 2009).

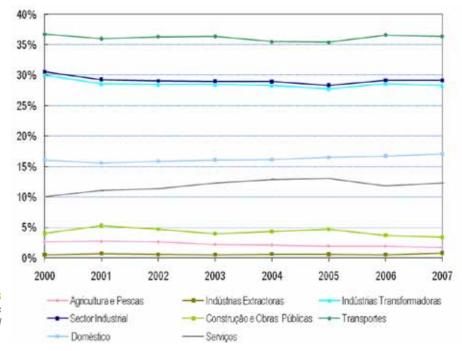



Figura 8
Variação percentual do consumo de energia nos vários sectores de 2000 a 2007 em Portugal (Fonte INE, 2009).

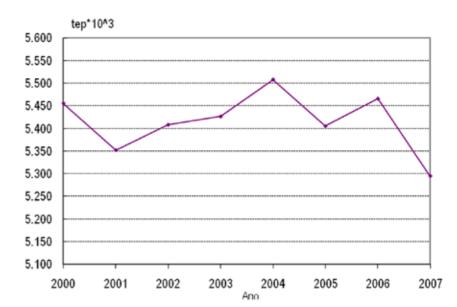



Figura 9
Variação, no período considerado, da quota de consumo do sector Industrial expresso em percentagem em Portugal (Fonte INE, 2009).

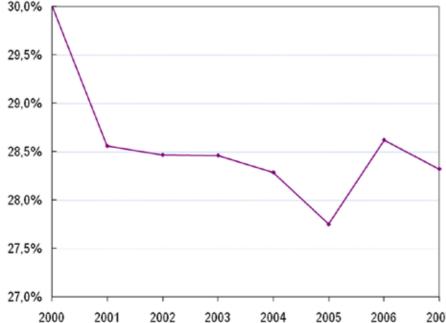



Figura 10
Variação, no período considerado, do consumo de energia, no sector industrial em Portugal (Fonte INE, 2009).

A análise do quadro e das figuras anteriores permite concluir que:

- o consumo energético total do País aumentou desde o ano 2000 até 2005, sendo neste último de 19 477 471 tep's. Após 2005, verificou-se uma ligeira diminuição deste consumo;
- no mesmo período, o sector dos transportes apresentou sempre o maior consumo, representando, em média, 37% do consumo total de energia do país;
- os sectores doméstico e dos serviços, embora com uma ligeira diminuição nos dois últimos anos do período em análise, têm vindo a aumentar o seu consumo energético;
- em termos totais, o consumo de energia no sector industrial variou, no período considerado, entre os 5 440 e os 5 630 tep's (Figura 9);
- o consumo de energia no sector industrial (indústria extractiva e transformadora) não se alterou significativamente, ocupando a segunda posição e representando cerca de 28% a 30% do consumo total (Figura 10).

No gráfico da Figura 11 apresenta-se a variação anual do consumo de energia, expresso em termos percentuais, de cada sector de actividade, no período entre 2000 a 2007. A sua análise permite verificar, em relação ao sector industrial, que:

- a maior diminuição do consumo de energia neste sector ocorreu entre os anos de 2000 e 2001 (1,24%), tendo-se verificado nova descida entre os anos de 2001 e 2002;
- o período entre os anos de 2004 e 2002 caracterizou-se por uma constância dos consumos energéticos da indústria;
- verificou-se nova diminuição do consumo de energia, neste sector, entre os anos 2005 e 2004;
- invertendo esta tendência, entre 2005 e 2006, verificou-se um aumento do consumo de energia, que se manteve praticamente ao mesmo nível em 2007.

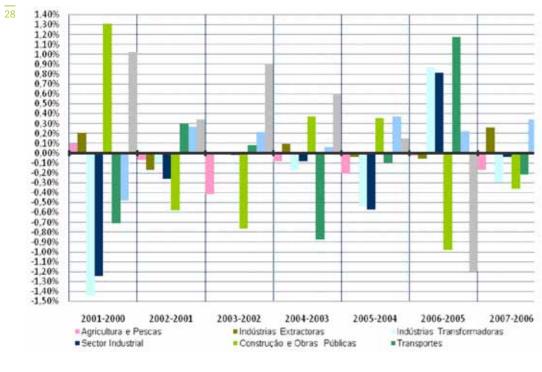



Figura 11
Variação dos consumos de energia para os vários sectores entre 2000 a 2007 em Portugal (Fonte INE, 2009).

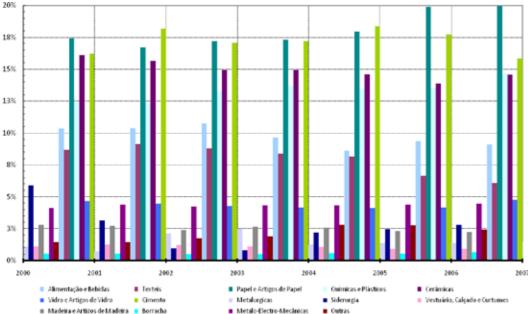



Figura 12
Peso, expresso em percentagem, do consumo de energia de cada subsector englobado no sector industrial em Portugal (Fonte INE, 2009)

No gráfico da figura anterior (Figura 12) apresenta-se o valor, em termos percentuais, do consumo de energia dos vários subsectores, em relação ao consumo total da indústria, entre os anos de 2000 a 2007.

A análise do respectivo gráfico permite concluir que:

- os subsectores do Papel e Artigos de Papel, Fabricação de Cimento e Indústria Química e dos Plásticos são os que apresentam maiores consumos de energia;
- os subsectores da Fabricação do Vidro e Artigos de Vidro e da Cerâmica são os que assumem valores mais elevados, a seguir aos referidos anteriormente;
- os subsectores Alimentar e Bebidas e Têxtil apresentam uma quota média de 9% e 8%, respectivamente;
- as empresas de Metalo-electro-mecânica apresentam um peso médio de 4%, enquanto que as empresas do subsector do Vestuário, Calçado e Curtumes ficam-se pelos 1,3%.

II.VI SUBSECTORES SELECCIONADOS

Com base nos critérios adoptados (n.º de empresas, pessoal ao serviço e Valor Acrescentado Bruto) verificou-se que, na região Norte, os subsectores de actividade da Indústria Têxtil, das Indústrias Metalúrgicas de Base e Produtos Metálicos e das Indústrias do Couro e dos Produtos de Couro são os mais representativos.

Já em relação à região Centro e com base nos mesmo critérios, análise idêntica revelou que são os subsectores das Indústrias Metalúrgicas de

Base e de Produtos Metálicos, Indústrias Alimentares, Bebidas e Tabaco, das Indústrias da Madeira e da Cortiça e seus Produtos e, ainda, das Indústrias da Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos que assumem papel de maior relevo.

No que respeita aos consumos de energia, verificou-se que os vários subsectores referidos, apesar de não corresponderem ao grupo dos mais consumidores (caso das Indústrias do Papel e Artigos de Papel, Fabricação de Cimento, Indústria Química e dos Plásticos) apresentam quotas significativas no consumo global da actividade industrial, variando entre os 16% associados às Indústrias das Cerâmicas (subsector da Fabricação de Produtos Minerais não Metálicos) e os 8% da Indústria Têxtil.

No caso do subsector da Indústria Têxtil, apesar da sua importância económica e energética, optou-se por não se considerar neste trabalho, uma vez que já tem sido alvo de diversos estudos no âmbito da eficiência energética.

Neste contexto, os subsectores seleccionados para este trabalho foram, na região Norte, as Indústrias Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos e as Indústrias do Couro e dos Produtos de Couro.

Na região Centro, os subsectores seleccionados foram a Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos e as Indústrias Alimentares, Bebidas e Tabaco.

ESTUDO DE CAMPO

III. ESTUDO DE CAMPO

III.I GUIA TÉCNICO DE ORIENTAÇÃO DAS VISITAS

Para a realização das visitas técnicas às empresas seleccionadas (Estudo de Campo), elaborou-se um “*Guia Técnico*”, de forma a assegurar uma recolha de dados sistemática e, deste modo, maior fiabilidade nos dados obtidos.

A elaboração deste guia teve por base uma metodologia matricial que contempla factores de carácter técnico e organizativos, associados à gestão de energia numa empresa ou organização (ver anexo).

Neste contexto, foram consideradas cinco áreas de análise:

- política energética e estabelecimento de objectivos energéticos;
- conhecimento das características energéticas das empresas;
- planeamento e factores organizativos;
- implementação de medidas;
- controlo e monitorização, quer das medidas implementadas, quer das características energéticas das empresas.

III.II CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS VISITADAS

Para a realização do Estudo de Campo, foram identificadas três empresas de cada subsector seleccionado apresentando-se, em seguida, uma descrição

sucinta de cada empresa com enfoque nos processos de fabrico, nas formas de energia consumida e nos processos de transformação energética existentes, em cada uma.

- **Indústrias Alimentares, das Bebidas e do Tabaco**

Das empresas do subsector das Indústrias Alimentares, Bebidas e Tabaco visitadas, duas dedicam-se à fabricação de fumeiro e enchidos e uma à preparação e transformação de produtos alimentares congelados.

O processo de fabrico de fumeiro e enchidos é constituído pelas seguintes fases: preparação da carne, maturação (com diferentes estágios), fumagem, embalagem e expedição. A operação de maturação, dependendo do tipo de produto e carnes envolvidas, pode ser efectuada de diferentes formas. A título de exemplo, pode-se referir que, no caso do presunto, a maturação é efectuada com sal em condições de humidade e temperatura diferentes ao longo de um período nunca inferior a 4 meses. No entanto, na produção de enchidos, a maturação consiste no envolvimento das carnes com sal e especiarias num período mais curto.

No caso da empresa de preparação e transformação de produtos alimentares congelados, o processo de fabrico pode ser dividido nas seguintes fases: recepção dos alimentos congelados, corte, laminagem, vidragem e ensacamento. Ao longo de todo o processo, as condições de temperatura são importantes, designadamente na atmosfera de trabalho e no armazenamento.

Em relação à energia verifica-se que, nas três empresas, a energia eléctrica é a forma mais consumida, sendo mesmo a única no caso da empresa de alimentos congelados. O gasóleo e biomassa são, também, fontes de energia consumidas nas empresas de fabricação de fumeiro e enchidos. Em ambos

os casos, a sua utilização tem como objectivo a obtenção de energia térmica em condições específicas associadas à fumagem.

- **Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos**

As empresas do subsector da Fabricação de outros Produtos Minerais não Metálicos contempladas neste trabalho são cerâmicas. Esta opção deve-se à importância que estas assumem na região Centro mas, também, ao facto de serem, em geral, grandes consumidoras de energia.

Apesar dos produtos finais serem diferentes (telhas, tijolos e loiça decorativa), os processos de fabrico das primeiras (telhas e tijolos) são muito semelhantes. No caso das loiças decorativas, as diferenças existentes situam-se nos processos de secagem e de acabamento. Aqui, as condições de temperatura não são tão exigentes como na fabricação de telhas e tijolos, tendo esta situação impacto no consumo de energia. No entanto, a operação de cozedura que, nos três casos, representa o maior consumo da empresa possui, também, maiores exigências operatórias.

Nas três empresas, o gás natural e a energia eléctrica são as formas de energia consumidas, sendo estas consumidoras intensivas de energia, de acordo com a legislação actualmente em vigor e tendo em prática o respectivo plano de racionalização energética.

- **Indústrias Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos**

No subsector das Indústrias Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos foram visitadas duas empresas que se dedicam à fabricação de cutelaria e uma outra à produção de artefactos de liga de alumínio. No caso das duas primeiras, o processo de fabrico é idêntico, sendo constituído, genericamente,

por operações de prensagem, laminagem, corte e polimento. A principal forma de energia consumida é a energia eléctrica, representando mais de 95% do consumo energético total. No caso da empresa de produção de artefactos de alumínio, além das operações referidas, efectua a fusão de lingotes de alumínio para posterior moldagem. Esta operação, efectuada em fornos adequados, é muito consumidora de energia. No caso da empresa em questão, a forma de energia consumida nesta operação é o gás natural. É também devido a esta operação que os seus consumos de energia são significativamente superiores em relação às restantes. O gás natural constitui a forma de energia mais consumida.

- **Indústria do Couro e dos Produtos de Couro**

Por último, no caso do subsector das Indústrias do Couro e dos Produtos de Couro foram visitadas três empresas de fabricação de sapatos. Os processos de fabrico são semelhantes verificando-se, também em todas, que a energia eléctrica é a principal forma de energia consumida.

III.III PRÁTICAS DE GESTÃO DE ENERGIA – O CASO DAS EMPRESAS VISITADAS

III.III.I O SUBSECTOR DAS INDÚSTRIAS ALIMENTARES, BEBIDAS E TABACO

No que respeita ao enquadramento legal (ponto 2.1 do guia), verifica-se que, nas três empresas deste subsector, existe um desconhecimento da legislação em vigor. Consequentemente, o facto de estas poderem ser consumidoras intensivas de energia e terem o respectivo plano de racionalização energética, não foi verificado pelos responsáveis da empresa. Considera-se também relevante salientar o facto de não existir, em nenhuma delas, uma definição de responsabilidades no que concerne à gestão de energia, ocorrendo, apenas, uma verificação do custo da factura energética. Ainda neste contexto, em nenhuma das empresas era conhecida a sua intensidade energética, o seu consumo específico e intensidade carbónica, não existindo, também, uma prática de contabilidade energética, isto é, um conjunto de procedimentos de análise do consumo efectivo de energia em função das várias etapas do processo que possam fundamentar eventuais tomadas de decisão.

A forma de energia mais consumida é a energia eléctrica, uma vez que a grande generalidade dos equipamentos utilizados nas várias fases de fabrico consomem esta forma de energia. A excepção é representada pela utilização de biomassa nas operações de fumagem, no caso das empresas de fumeiro e enchidos.

No que respeita ao sistema de distribuição de energia eléctrica, constatou-se, nas três empresas, que se encontra em bom estado de conservação. No entanto, não foi possível identificar rotinas ou procedimentos com o objectivo de avaliar a sua eficiência energética, nomeadamente, o factor de potência

em vários pontos da instalação.

Em relação aos principais equipamentos produtivos (ponto 3.3. do guia), verifica-se que, na sua generalidade, consomem energia eléctrica. Em nenhuma das empresas existe um registo com as características dos equipamentos (fabricante, marca, modelo, etc.), ou sobre o seu funcionamento e manutenção. A manutenção é efectuada por equipas externas, não existindo práticas de avaliação da eficiência energética dos equipamentos.

Esta é também a situação verificada com os outros equipamentos, designadamente os que constituem as designadas utilidades (ponto 4 do guia) com particular destaque, uma vez que são os mais comuns, para as caldeiras, sistemas de geração de vapor, unidades de refrigeração (chillers) e de ar comprimido.

Em relação à iluminação, constatou-se que não existem preocupações de maior no que respeita à adaptação da solução de iluminação ao tipo de utilização ou à instalação de mecanismos de controlo, como são os casos dos temporizadores ou dos programadores. As lâmpadas fluorescentes são as usadas, não sendo evidenciados procedimentos adequados de limpeza e manutenção.

Nas três empresas visitadas, os sistemas de ar condicionado existentes (ponto 4.5 do guia) são reduzidos em número e estão limitados aos espaços administrativos. A sua manutenção é da responsabilidade de empresas externas.

Considera-se ainda importante salientar que não foram identificadas práticas de adaptação do regime de funcionamento dos equipamentos às condições efectivas de utilização, nomeadamente chillers e unidades de ar comprimido.

III.III.II O SUBSECTOR DAS INDÚSTRIAS METALÚRGICAS DE BASE E DE PRODUTOS METÁLICOS

Tal como verificado nas empresas do sector das indústrias alimentares, bebidas e tabaco, as empresas deste subsector também desconheciam o seu enquadramento face ao Regulamento de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE). De igual modo, não era do seu conhecimento os valores dos indicadores energéticos preconizados no regulamento: intensidade energética, consumo específico e intensidade carbónica (ponto 2.1 do guia).

No entanto, numa das empresas visitadas, o consumo mensal encontrava-se a ser monitorizado, através de uma aplicação informática cedida pelo fornecedor de energia eléctrica. Considera-se de interesse salientar que essa prática induzia a implementação de medidas de ajuste do regime de funcionamento de alguns equipamentos e do horário de funcionamento das respectivas secções.

Em relação aos principais equipamentos produtivos (ponto 3.3 do guia), na quase sua totalidade são consumidores de energia eléctrica. A excepção é representada pelos fornos de fusão, no caso da empresa de artefactos de alumínio, e no forno de têmpera, no caso das empresas de cutelaria. Em nenhum dos casos a avaliação da eficiência energética dos equipamentos é efectuada, mesmo dos queimadores de gás, não existindo um registo actualizado das características dos equipamentos.

No que respeita às utilidades, em todas as empresas, a unidade de ar comprimido é a de maior relevo (ponto 4.3 do guia). A verificação de fugas na instalação é uma prática corrente numa das empresas de cutelarias, não ocorrendo o mesmo nas outras duas empresas do sector. Por outro lado, apesar das alterações do número de máquinas consumidoras de ar comprimido, em nenhuma das empresas a adequabilidade do tipo de compressores for

verificado recentemente.

Em relação aos sistemas de iluminação (ponto 4.4 do guia), apenas uma das empresas evidenciou preocupações na implementação de sistemas de iluminação mais eficientes, evitando, por exemplo, a duplicação da iluminação de tecto com a iluminação dedicada.

Por último, nenhuma das empresas apresentou preocupações, num contexto de eficiência energética, ao nível do sistema de distribuição de energia eléctrica. Embora a preocupação com a correcção do factor de potência e o bom funcionamento da bateria de condensadores, a opção pela correcção deste factor de forma descentralizada nunca foi equacionada.

III.III.III O SUBSECTOR DA INDÚSTRIA DO COURO E DOS PRODUTOS DE COURO

Tal como nas situações anteriores, as empresas deste subsector da indústria visitadas desconheciam o seu enquadramento legal, assim como os respectivos valores para os indicadores energéticos adoptados no regulamento em vigor.

Nas três empresas, a principal forma de energia consumida é a energia eléctrica. No entanto, não se identificaram práticas de manutenção ou verificação da eficiência dos sistemas de distribuição de energia eléctrica, designadamente ao nível do factor de potência.

Em relação aos principais equipamentos produtivos, tal como verificado nas empresas anteriores, não existe uma prática de avaliação da eficiência energética, sendo a manutenção efectuada por equipas exteriores à empresa (ponto 3.3 do guia).

As unidades de ar comprimido e de ventilação são as utilidades com maior relevo nas empresas visitadas (pontos 4.3 e 4.5). No entanto, a verificação de fugas de ar comprimido e das condições de funcionamento dos motores dos ventiladores não constituem uma prática das empresas.

É ainda de salientar que, nas três empresas, existem alguns equipamentos onde, por acção de energia térmica, é efectuada a colagem de várias peças dos artigos, sendo geral a ausência de preocupações com as condições de admissão e extracção de ar nos equipamentos e, desse modo, com a sua eficiência energética, com consequências significativas ao nível do consumo de energia eléctrica.

É de salientar que a iluminação e a respectiva eficiência são alvo de algumas atenções (ponto 4.4 do guia). De forma geral, as soluções de iluminação encontradas estão adequadas ao seu fim, existindo práticas de limpeza e manutenção.

III.III.IV O SUBSECTOR DA FABRICAÇÃO DE OUTROS PRODUTOS MINERAIS NÃO METÁLICOS

Contrariamente ao verificado nos outros subsectores, as três empresas de cerâmica visitadas evidenciaram uma prática endogeneizada de contabilidade energética e de especificação das condições de funcionamento dos principais consumidores, em função das necessidades de fabrico. Também se constatou a existência de um técnico responsável pela monitorização dos consumos de energia, bem como o conhecimento pleno do enquadramento legal das empresas, neste contexto.

Salienta-se a prática, de uma das empresas, de introdução no seu Manual da Qualidade (elaborado no âmbito do Sistema de Gestão da Qualidade) de factores associados à gestão de energia e à verificação da eficiência energética de alguns dos equipamentos.

Outra prática positiva, evidenciada pelas empresas deste sector, reside na definição de indicadores energéticos, que permitem uma melhor aferição do custo energético do produto final.

No entanto, no que respeita aos equipamentos não directamente associados ao processo como, por exemplo, redes de distribuição de ar comprimido, vapor e ar quente, verificou-se a inexistência de procedimentos de avaliação da sua eficiência energética, apesar da existência de procedimentos de manutenção.

Neste caso, merece destaque a ausência de procedimentos associados à verificação das condições de isolamento de vários equipamentos.

Apesar da existência de um responsável pela elaboração da contabilidade energética e pela monitorização dos consumos, verificou-se que em nenhuma das empresas existia um documento que agrupasse todos os factores relacionados, não sendo possível, tal como nas empresas dos restantes sectores, obter resposta a todas as questões do guia adoptado.

III.III.V PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES

Com as visitas técnicas efectuadas, num total de doze (três por cada subsector de actividade), pretendeu-se caracterizar as práticas de gestão de energia de seis sectores ou subsectores de actividade, bem como identificar outros factores com influência no contexto da sua eficiência energética.

Assim, embora o número de empresas visitadas não permita uma caracterização global das práticas de gestão de energia nos subsectores seleccionados, com base nos resultados obtidos nas visitas, foi possível constatar a existência de um conjunto de factores comuns e, portanto, não específicos de um sector, que são determinantes na eficiência energética das empresas.

Com o objectivo de sistematizar as informações recolhidas, apresenta-se um breve resumo dos principais factores identificados.

- **Principais Práticas Inadequadas de Gestão de Energia**

Considerando-se como *"práticas inadequadas de gestão de energia"* aquelas que conduzem a situações de ineficiência energética, com base nos resultados obtidos no estudo de campo, pode-se dividir estas práticas em dois grupos, de natureza diferente. Um designado por *Práticas Organizacionais* e o outro por *Práticas de Gestão Técnicas*.

As situações que se enquadram no grupo das *"Práticas Organizacionais"* são aquelas que resultam da ausência de procedimentos e de definição de responsabilidades, conduzindo à inexistência ou deficiência de monitorização dos vários aspectos relacionados com o consumo de energia.

Das situações verificadas nas empresas visitadas, apontam-se como mais relevantes:

- ausência de monitorização dos consumos de energia;
- desconhecimento do enquadramento legal da empresa face à legislação em vigor;
- ausência de práticas de benchmarking e desconhecimento dos valores de consumo específico padrão do respectivo sector;
- ausência de práticas de contabilidade energética.

O grupo *Práticas de Gestão Técnicas* engloba as situações referentes, de forma directa, aos equipamentos, à forma como a energia é consumida por estes, à forma como são utilizados e mantidos, bem como aos aproveitamentos energéticos dentro do processo ou da empresa.

Algumas das situações de ineficiência verificadas devido a factores técnicos foram:

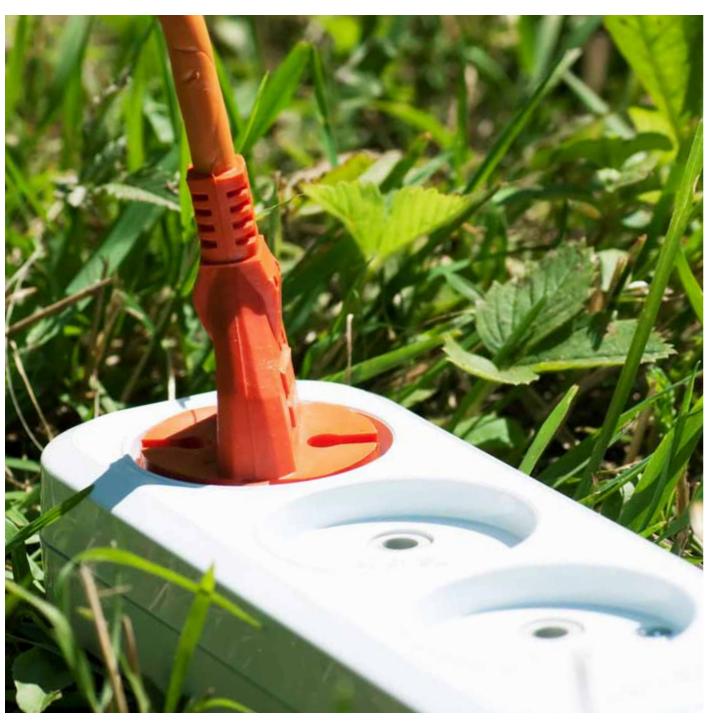
- deficiente isolamento de superfícies ou espaços em que se pretende manter um determinado valor de temperatura e humidade;
- ausência de práticas de validação da eficiência energética dos equipamentos;
- inadequação do funcionamento dos equipamentos às condições operatórias.

- **Principais Práticas Adequadas de Gestão de Energia**

Um dos resultados importantes das visitas efectuadas foi o de verificar que as empresas consumidoras intensivas de energia, como o caso das cerâmicas, têm já endogeneizadas boas práticas de contabilidade energética, permitindo-lhes conhecer, com algum rigor, a incorporação efectiva de energia nos produtos, em função do processo de fabrico e da sua natureza. Assim, merece especial relevo o papel que a aplicação do regulamento de gestão dos consumos intensivos de energia assume enquanto instrumento sensibilizador e sistematizador na abordagem dos vários factores relacionados com a gestão de energia numa organização.

Ainda no quadro da contabilidade energética, é de salientar a prática encontrada (ainda que em apenas uma das empresas) de associar a qualidade do produto final à forma como a energia é consumida durante o mesmo.

A utilização da biomassa nos sistemas de aquecimento de águas sanitárias e nas operações de fumagem, verificada em duas empresas do sector alimentar, constitui também uma boa prática, quer de gestão de energia, quer de implementação de energias renováveis num contexto indústrial.

IV

IV. PROMOÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

IV.I FACTORES ORGANIZATIVOS

É cada vez mais consensual que a eficiência energética numa empresa não depende apenas da eficiência dos equipamentos mas, também, da forma como estes são utilizados e é efectuada a sua manutenção.

Neste contexto, a implementação de um conjunto de procedimentos que assegurem o bom desempenho energético dos equipamentos e a minimização dos consumos de energia assume importância idêntica aos factores técnicos.

Como o verificado noutros domínios, como por exemplo a qualidade e o ambiente, a existência de um responsável pela gestão de todos os aspectos relacionados com o consumo de energia na empresa – *o gestor de energia* - é fundamental para assegurar sustentabilidade na eficiência energética de uma empresa.

O gestor de energia tem um papel fundamental nos esforços necessários, por parte da organização, para assegurar a racionalização de consumos e gestão eficiente de energia e, ainda, encontrar de soluções que conduzam a um melhor comportamento energético por parte desta.

No entanto, para que o Gestor de Energia tenha condições para a realização do seu trabalho é importante o apoio explícito por parte da Gestão de topo da empresa.

A Gestão de Topo tem, pois, um papel determinante na adequada gestão de energia numa empresa, devendo publicitar o seu posicionamento e os objectivos em relação à energia, assim como estabelecer objectivos e metas concretas e mensuráveis a serem atingidos.

O gestor de energia deverá ter como objectivo implementar um sistema de procedimentos e de fluxo de informação (sistema de gestão de energia) que permita saber, com rigor, as razões dos consumos de energia na empresa, onde e como é consumida e os respectivos custos. Com base nessa informação, deverá elaborar um plano com a definição de objectivos e metas a atingir e dos meios necessários. Neste contexto, o Gestor de Energia deverá possuir bons conhecimentos, quer da área técnica, quer da actividade da empresa e respectivas funções instituídas.

IV.II FACTORES TÉCNICOS

IV.II.I INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

A energia eléctrica é uma das formas de energia mais utilizada na indústria. Por esse motivo, assegurar uma adequada distribuição e utilização nas instalações industriais é fundamental para assegurar uma boa eficiência.

De forma genérica, podem-se indicar as seguintes áreas como geradoras de oportunidades para uma melhoria da eficiência energética:

- reduzir e desviar o consumo de ponta;
- melhorar o factor de potência da instalação;
- assegurar, ao longo do sistema de distribuição, uma energia eléctrica com a qualidade desejada.

- **Oportunidades de gestão de energia**

Um dos primeiros cuidados deverá consistir na instalação de dispositivos eficientes para reduzir ou controlar o consumo de ponta, consubstanciados numa rede de medição eléctrica on-line que permita recolher dados dos medidores em tempo real e um sistema informatizado de gestão de energia que consiga prever e controlar o consumo de energia eléctrica. Quando o consumo se aproxima de valores pré-definidos, em função das condições de contrato, as operações não essenciais são paradas, no sentido de evitar que se ultrapasse esses valores.

- **Reduzir o consumo de energia**

No sentido de reduzir o consumo de energia eléctrica de uma empresa, deve ser implementado um conjunto de procedimentos que assegure a monitorização do seu consumo, identificando, assim, desvios face ao consumo normal.

É possível identificar um conjunto de medidas que contribuem para uma redução ou minimização do consumo de energia eléctrica, designadamente:

- implementar sistemas de iluminação adequados;
- adoptar sistemas de velocidade variável (VSD) e arrancadores suaves ("soft-start") nos motores com potências maiores;
- controlar o regime de funcionamento de todos os consumidores de energia eléctrica de forma a assegurar que estão ligados, apenas, os necessários;
- proceder à verificação termográfica da rede de distribuição e de todos os pontos de ligação;
- melhorar o factor de potência ao longo da rede de distribuição de energia.

- **Melhorar o factor de potência**

Um factor de potência baixo é normalmente causado por cargas indutivas como os transformadores, reactores de iluminação e motores de indução, particularmente por motores sobrecarregados. As empresas de energia eléctrica penalizam os clientes cujo factor de potência é inferior a 90 por cento.

Neste sentido, é importante manter um factor de potência o mais elevado possível, assegurando-se, assim, que a maior parte da energia eléctrica consumida "realiza" trabalho útil. A forma mais comum de melhorar o factor de potência é instalando baterias de condensadores, podendo essa instalação ter as seguintes configurações:

- geral, perto do quadro principal de distribuição central;
- por grupos de menor dimensão, espalhados ao longo da linha de distribuição;
- individualmente, no caso de grandes consumidores de energia eléctrica.

Geralmente, as instalações com vários condensadores incluem um controlador que monitoriza o factor de potência da instalação e acciona os condensadores à medida que vai sendo necessária a correcção do factor de potência na linha de distribuição.

Folha de avaliação dos sistemas eléctricos

Consumo

Estabelecer um perfil de carga da instalação. Analisar esses perfis para determinar em que medida o funcionamento dos equipamentos da fábrica alteram o perfil normal.

Existe algum equipamento cujo funcionamento possa ser reprogramado?

❑ SIM. REAGENDAR OPERAÇÕES.

❑ NÃO.

Existe algum equipamento que possa ser desligado durante os períodos de pico de carga?

❑ SIM. SE O EQUIPAMENTO É OPERADO MANUALMENTE, O OPERADOR TEM QUE O DESLIGAR DE ACORDO COM O HORÁRIO DE PICO DE CARGA.
SE O EQUIPAMENTO É AUTOMÁTICO, AJUSTAR OS CONTROLOS DE CONFORMIDADE OU INSTALAR UM TEMPORIZADOR PROGRAMADO.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

Algum dos equipamentos pode ser reduzido para utilizar menos energia eléctrica?

❑ SIM. FAZER UM UPGRADE NA PRIMEIRA OPORTUNIDADE, O QUE REDUZIRÁ TAMBÉM O CONSUMO DE ENERGIA ELÉCTRICA.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

Consumo

Examinar todos os sistemas eléctricos, incluindo a iluminação, tendo em vista modificações ou modernizações operacionais que irão reduzir o consumo eléctrico.

O equipamento pode ser desligado quando não estiver em uso, sem perturbar o processo?

- ❏ SIM. INFORMAR OS COLABORADORES QUE O EQUIPAMENTO DEVE SER DESLIGADO QUANDO NÃO ESTIVER EM USO.
- ❏ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

O equipamento pode ser equipado com motores de energia economicamente eficientes?

- ❏ SIM. SUBSTITUIR OS MOTORES POR UNIDADES DE ENERGIA EFICIENTE NA PRIMEIRA OPORTUNIDADE.
- ❏ NÃO. EXAMINAR A POSSIBILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DE MOTORES DESGASTADOS POR MOTORES ENERGETICAMENTE EFICIENTES.

A iluminação existente pode ser economicamente substituída por iluminação mais eficiente?

- ❏ SIM. SUBSTITUIR A ILUMINAÇÃO EXISTENTE POR SISTEMAS DE ENERGIA, LUMINÁRIAS E LÂMPADAS EFICIENTES, NA PRIMEIRA OPORTUNIDADE.
- ❏ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

As unidades de baixa eficiência e o equipamento mecânico podem ser adaptados?

- ❏ SIM. SUBSTITUIR OS ITENS QUE SÃO VIÁVEIS PARA A ADAPTAÇÃO NA PRIMEIRA OPORTUNIDADE.
- ❏ NÃO. EXAMINAR A POSSIBILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DE UNIDADES ANTIGAS E EQUIPAMENTOS MECÂNICOS.

Factor de potência

O valor do factor de potência é igual ou superior a 90 por cento (0,9)?

- ❏ SIM. VERIFICAR PERIODICAMENTE PARA MANTER O PADRÃO.
- ❏ NÃO. CONSIDERAR A INSTALAÇÃO DE CAPACITADORES PARA AUMENTAR O FACTOR DE POTÊNCIA, O QUE GERALMENTE EXIGE UM ESTUDO E DESIGN, A REALIZAR POR UM ENGENHEIRO ELÉCTRICO.

Dica

No caso de 6 tubos de aço que transportam no seu interior um fluído a 121 º C e condições de ambiente de 21,1 º C., um mau isolamento significa perder 700 Wh por metro de comprimento e por hora.

IV.II.II ISOLAMENTO TÉRMICO

O isolamento térmico em equipamentos de processo e tubagens tem várias funções:

- prevenir perdas e ganhos de calor;
- manter as temperaturas do processo constantes;
- impedir a formação de condensação nas superfícies frias dos equipamentos;
- manter confortável o ambiente de trabalho em torno dos equipamentos de processo quentes ou frios.

O isolamento térmico deteriora-se com o tempo, pelo que uma reavaliação dos sistemas estabelecidos de longo prazo poderá mostrar que o isolamento é inadequado ou está danificado.

Folha de avaliação do processo de isolamento

Localizar e reparar as condições do isolamento em tubagens, equipamentos e recipientes.

As tubagens e equipamentos estão isolados?

❑ SIM. VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE ISOLAMENTO PERIODICAMENTE.

❑ NÃO. PROCEDER AO ISOLAMENTO ADEQUADO.

O isolamento está seco?

❑ SIM. VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE ISOLAMENTO PERIODICAMENTE.

❑ NÃO. LOCALIZAR A FONTE DE HUMIDADE, EM ESPECIAL, VERIFICAR SE O TUBO OU O EQUIPAMENTO ESTÁ A VAZAR. SUBSTITUIR ISOLAMENTO HÚMIDO.

A espessura do isolamento é suficiente?

❑ SIM. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

❑ NÃO. CONSIDERAR A ADIÇÃO DE MAIS ISOLAMENTO, SOLICITANDO AO FABRICANTE OU UM EMPREITEIRO A INFORMAÇÃO ACERCA DA SUA RENTABILIDADE.

O isolamento é protegido contra danos mecânicos por revestimento adequado de cobre?

❑ SIM. VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE ISOLAMENTO/REVESTIMENTO PERIODICAMENTE.

❑ NÃO. REPARAR/INSTALAR REVESTIMENTO ADEQUADO/COBRIR O MAIS RAPIDAMENTE POSSÍVEL. VERIFICAR O EQUIPAMENTO DE BASE EM RELAÇÃO A DANOS DE HUMIDADE. SUBSTITUIR O ISOLAMENTO DANIFICADO.

A força de compressão do material de isolamento foi considerada na avaliação da protecção mecânica?

❑ SIM. VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE ISOLAMENTO PERIODICAMENTE.

❑ NÃO. ESCOLHER O TIPO DE REVESTIMENTO MAIS ADEQUADO.

Em locais sujeitos a danos mecânicos, considerar o uso de isolamento mais resistente. Considerar colocar fora a protecção mecânica (barreiras, baluartes, escudos, pontes, etc.) para minimizar as hipóteses de danos.

Nos isolamentos da tubagem exterior, equipamentos e utensílios, a barreira de vapor e o revestimento permanecem intactos?

❑ SIM. VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE ISOLAMENTO PERIODICAMENTE.

❑ NÃO. REPARAR O MAIS RAPIDAMENTE POSSÍVEL. VERIFICAR O EQUIPAMENTO DE BASE EM RELAÇÃO AOS DANOS DE HUMIDADE. SUBSTITUIR O ISOLAMENTO MOLHADO E DANIFICADO.

Os acessórios do isolamento que lhe conferem firmeza, dureza ou calafetam o isolamento e a sua cobertura de protecção ou de acabamento, são compatíveis entre si e com o meio ambiente?

❑ SIM. VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE ISOLAMENTO PERIODICAMENTE.

❑ NÃO. SUBSTITUIR POR PEÇAS COMPATÍVEIS PARA GARANTIR A INTEGRIDADE DO SISTEMA, IMPEDIR A CORROSÃO, FISSURAS, ETC. USAR A INSTALAÇÃO ADEQUADA E MÉTODOS DE ISOLAMENTO DE GANCHOS OU SUPORTES PARA MINIMIZAR AS PERDAS DE ENERGIA. PRESTAR ATENÇÃO ESPECIAL AO ISOLAMENTO ADEQUADO DAS VÁLVULAS, COTOVELOS, ETC.

IV.II.III CALDEIRAS DE VAPOR

Nas instalações industriais, o gerador de vapor – vulgo caldeira – é, geralmente, um dos principais consumidores. Deste modo, assegurar a sua eficiência energética deve ser uma prioridade dos responsáveis da empresa.

Deste modo, deverá ser implementado um procedimento de avaliação periódica da eficiência energética deste tipo de consumidor. A maneira mais simples para calcular a eficiência do combustível-vapor é o método directo de cálculo, usando a geração de vapor e os dados de consumo de combustível.

- **Método directo para o cálculo da eficiência da caldeira**

  - medir o fluxo de vapor (em kg) durante um determinado período (por exemplo, uma hora). Usar as leituras do integrador de vapor, caso estejam disponíveis;
  - medir o fluxo de combustível durante o mesmo período, utilizando o gás ou o integrador de petróleo;
  - converter o vapor e o fluxo de combustível para a mesma unidade de energia (por exemplo, MJ ou kJ);
  - calcular a eficiência através da seguinte equação: Eficiência = [energia do vapor/ energia do combustível] x 100.

As perdas de calor num gerador de calor ocorrem de várias formas, sendo de destacar as seguintes:

- gases de combustão;
- superfícies de permuta sujas;
- purgas de condensados;
- perda de condensados.

Calor perdido nos gases de combustão

Dica

A quantidade de calor rejeitada pelos gases de combustão pode ser calculada a partir de medições da temperatura dos gases de combustão e oxigénio ou do volume de dióxido de carbono.

Este é o parâmetro mais importante de controlo das operações de caldeira.

- **Excesso de ar**

O ar de combustão é a quantidade teoricamente necessária para alcançar a combustão completa de um determinado combustível. É fixado pelo teor de oxigénio necessário para converter todo o carbono e hidrogénio em dióxido de carbono e água. O ar que é fornecido à caldeira, que ultrapasse este montante teórico é chamado de excesso de ar. Na prática, um pouco de ar em excesso é sempre necessário para garantir a combustão completa, mas a maioria dos queimadores opera com uma quantidade de ar superior à que na realidade precisa, o que justifica o seu controlo.

O excesso de ar reduz a eficiência da caldeira, absorvendo o calor que seria, caso contrário, transferido para a água da caldeira e transportado em quantidade. O excesso de ar pode ser medido com um analisador de gases de combustão. Se os gases de combustão tiverem ar em excesso, com a ajuda de um técnico qualificado, deverá ajustar-se o queimador e os amortecedores do ar de combustão, no sentido de reduzir os níveis de excesso ao longo da gama de funcionamento da caldeira. A caldeira deve operar na "zona de máxima eficiência de combustão".

Simultaneamente ao controlo do excesso de ar de combustão no queimador, é importante prevenir a infiltração (entrada) de ar indesejável na cavidade de combustão da caldeira ou no sistema de combustão, através de descargas de cobertura, portas de observação, juntas defeituosas e outras aberturas.

- **Métodos de recuperação de calor**

A perda de calor nos gases de combustão pode ser substancialmente reduzida através da implementação de permutadores de calor específico, apelidados normalmente de economizadores, que efectuam a transferência do calor dos gases de combustão para a água de alimentação da caldeira.

Noutros casos, são instalados queimadores de pré-aquecimento do ar de combustão. Os queimadores contêm camas compactas de ciclos de armazenamento de calor que rapidamente permitem armazenamentos e recuperação de calor a curto prazo. O ar de combustão é pré-aquecido entre os 85 a 95 por cento da temperatura dos gases de combustão.

- **Limpeza das superfícies de permuta**

A transferência de calor para a água da caldeira é inibida pela acumulação de fuligem na superfície de permuta de calor. A existência de sujidade nestas superfícies pode elevar a temperatura dos gases de combustão e aumentar a perda de calor. Para manter as superfícies de troca de calor limpas de fuligem deve-se garantir que:

  - ambas as superfícies são inspeccionadas cuidadosamente sempre que a caldeira é desligada;
  - a água de alimentação da caldeira é tratada para reduzir os depósitos.

- **Purgas**

Com certa periodicidade, deve ser efectuada a purga da água do gerador de vapor. Esta purga tem como objectivo impedir a acumulação de sais e

Uma redução de 20° C na temperatura do gás de combustão representa 1 % de melhoria na eficiência da caldeira.

consequentes problemas de corrosão. No entanto, deve ser efectuada de forma cuidada, evitando perdas significativas de energia, uma vez que a purga per si é já uma perda de energia. Esta periodicidade é definida de acordo com o tipo de caldeira, o regime de funcionamento e a natureza da água utilizada.

O calor destas purgas pode ser recuperado através das seguintes técnicas:

  - usando um tanque de flash para produzir vapor de baixa pressão da descarga (o vapor de flash pode ser usado em aplicações de aquecimento, tais como o desarejador);
  - usando o restante da água num permutador de calor para pré-aquecer a composição da água.

- **Perdas de calor nos condensados**

Sempre que for possível, o condensado resultante do vapor quente, deve ser devolvido à caldeira. A perda de vapor condensado do sistema aumenta o consumo de água, de químicos para o seu tratamento e de energia térmica necessária para aquecer a sua composição.

A maneira mais eficiente consiste na utilização de um sistema de vapor condensado fechado, que permita aos condensados retornar num circuito fechado sob pressão. Este sistema utiliza menos material para o processo de vapor e não sofre quaisquer perdas.

- **Oportunidades de gestão de energia**

Para uma gestão mais eficiente das caldeiras, do ponto de vista energético, apontam-se as seguintes acções:

- utilizar a menor pressão de vapor (ou a temperatura da água quente) que seja aceitável para as exigências da procura;
- verificar a eficiência da caldeira regularmente;
- monitorizar o ar em excesso da caldeira com regularidade;
- manter os queimadores ajustados;
- substituir ou reparar qualquer isolamento em falta ou danificado;
- calibrar periodicamente os equipamentos de medição e ajustar o sistema de controlo de combustão;
- instalar um equipamento de monitorização do desempenho;
- reduzir o excesso de ar da caldeira;
- instalar um economizador;
- instalar um condensador de gases de combustão;
- instalar um aquecedor de ar de combustão.

Folha de avaliação dos sistemas das caldeiras

Excesso de ar

Medir oxigénio dos gases de combustão com um analisador de gases de combustão.

Teor de oxigénio: ______%; ______% excesso de ar

O teor de gás do excesso de ar é inferior a 10 por cento? O teor de óleo do excesso de ar é inferior a 20 por cento?

❑ SIM. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. CONSULTAR UM TÉCNICO DE QUEIMADORES PARA DETERMINAR SE O QUEIMADOR PODE SER AJUSTADO PARA REDUZIR O EXCESSO DE AR.

O gás de combustão está livre de combustíveis?

❑ SIM. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. ASSEGURAR QUE UM TÉCNICO DO QUEIMADOR AJUSTA O QUEIMADOR DE MODO A ELIMINAR OS COMBUSTÍVEIS.

Recuperação de calor dos gases de combustão

Medir a temperatura dos gases de combustão na caldeira de carga média.

Temperatura: ______º C; carga: ______ kg / h

O sistema é equipado com um economizador ou aquecedor de ar?

❑ SIM. QUANDO O SISTEMA PARAR, DEVER-SE-Á:

- Garantir que a unidade está em funcionamento;
- Calcular o calor recuperado e comparar com design;
- Verificar se existem danos nas aletas ou nos tubos;
- Remover a fuligem acumulada.

❑ NÃO. CONTACTAR O FORNECEDOR PARA AVALIAR O POTENCIAL DE INSTALAR UM ECONOMIZADOR.

Recuperação do calor de descarga

O fornecedor do tratamento químico de água tem conhecimento do teor de sólidos dissolvidos na água da caldeira e da frequência de descarga?

Purga taxa: ______ kg / h

Temperatura: ______º C

Frequência: a cada hora ______

Existe potencial para recuperar calor da água de descarga restante e usá-lo para outros fins?

❑ SIM. CONSULTAR UM ENGENHEIRO.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

A taxa de descarga foi modificada?

❑ SIM. AJUSTAR A TAXA DE DESCARGA E A FREQUÊNCIA.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

Retorno de condensados para a caldeira

Calcular a percentagem de condensado que retorna às caldeiras usando equipamento de vapor.

A percentagem de condensado que retorna para as caldeiras é inferior a 80 por cento?

❑ SIM. DETERMINAR SE:

- o condensado é limpo (isto é, não vai contaminar a instalação da caldeira);
- o retorno do condensado para a caldeira seria rentável;
- existem opções para o regresso de mais condensado para a caldeira.

❑ NÃO. VERIFICAR PERIODICAMENTE PARA VER SE MELHORA A SITUAÇÃO.

IV.II.IV SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE VAPOR E RETORNO DE CONDENSADO

A distribuição de vapor e o retorno dos condensados devem assegurar uma elevada eficiência na distribuição de vapor. De facto, a eficiência global na produção de vapor depende, não só da eficiência do gerador de vapor, mas também do sistema de distribuição, uma vez que este influencia, de forma significativa, o regime de consumo de vapor.

Assim, além das questões de dimensionamento das tubagens, os factores associados ao seu isolamento, à existência do número correcto de filtros e purgadores, são também importantes para assegurar bons níveis de eficiência.

Dica

Tubagem sobredimensionada

- Aumento do capital necessário e custos de isolamento;
- Maiores perdas de calor da superfície.

Tubagem subdimensionada

- Exigência de maior pressão;
- Resulta em maiores perdas por fugas;
- Necessidade de energia extra de bombeamento.

- **Redundância da tubagem**

Os tubos redundantes de vapor não servem nenhum propósito, propriamente dito, contudo, estando à mesma temperatura que o resto do sistema, as perdas de calor por unidade de comprimento da tubulação são as mesmas.

Assim, preconiza-se que a canalização redundante seja eliminada. Estima-se que, em instalações mais antigas, seja possível reduzir o comprimento de tubulação entre 10 a 15 por cento. A canalização redundante é desperdício de energia.

- **Descargas de vapor**

Ao longo do sistema de distribuição de vapor ocorrem descargas de vapor. A estas descargas de vapor corresponde energia perdida, devendo, por isso, ser evitadas. No caso de fugas, estas deverão ser reparadas, devendo-se também

promover a implementação de equipamentos que assegurem o aproveitamento do vapor sem perda deste, como por exemplo através de permutadores de vapor.

- **Perdas de vapor nos purgadores**

Os purgadores de vapor são componentes essenciais dos sistemas de vapor e condensados. No entanto, os defeitos são difíceis de detectar, facto que está entre as principais causas das perdas de energia. As perdas de energia nos purgadores de vapor ocorrem por vários motivos:

- o purgador falha na posição de abertura e permite a fuga de vapor;
- o tipo ou o tamanho de purgador que está instalado não é o adequado;
- o purgador está instalado num lugar errado;
- o método utilizado para instalar o purgador não é o melhor.

Assim, deve ser adoptado um procedimento que assegure a correcta manutenção destes dispositivos, de forma a assegurar a minimização das perdas de energia nestes equipamentos.

- **Perda de calor através de tubos e acessórios sem isolamento**

Os tubos de vapor desprotegidos ou inadequadamente isolados são uma fonte de constante desperdício de energia porque irradiam calor para o ambiente, em vez de o transportar para o equipamento de vapor. As perdas de calor reduzem a pressão do vapor no equipamento terminal. Esta situação aumenta a carga da caldeira, pois é necessário vapor extra para compensar as perdas.

Assim, todos os tubos de vapor devem ser inspeccionados com frequência. Tubos de vapor sem isolamento devem ser isolados e o isolamento deve ser inspeccionado e substituído quando danificado. O isolamento de fibras (por exemplo, minerais, fibras de vidro e celulose) perde eficácia quando molhado e a tubagem exterior fica particularmente vulnerável à humidade. Portanto, as inspecções à tubulação devem abranger as barreiras de vapor e o isolamento à prova de água.

A espessura económica do isolamento das tubagens de vapor (ou seja, o melhor compromisso entre o custo do isolamento e o potencial de poupança de energia) é baseada no tamanho do tubo e na temperatura ambiente.

Contudo, as perdas de energia não se restringem somente ao sistema de tubulação. Os equipamentos de processo e aquecimento terminal também podem representar uma fonte importante de perdas de energia.

- **Oportunidades de Gestão de Energia**

Para uma gestão energética mais eficiente dos sistemas de distribuição de vapor e retorno do condensado, deve-se:

- implementar um procedimento para a manutenção de purgadores de vapor;

Um tubo de vapor que não esteja isolado em 10 cm vai desperdiçar duas vezes mais dinheiro nos custos em vapor por ano do que se tivesse sido isolado com uma fibra mineral de alumínio.

Um purgador que deixe escapar 100-psig vapor através de um orifício de apenas 0,16 cm de diâmetro, irá perder cerca de 48 toneladas de vapor por ano. Isto é, cerca de 3,4 t/ano (ou 830 galões imperiais) de óleo combustível. Quanto custaria?

Dez pares de NPS 6 causarão uma perda de calor anual de US $1.000.

- verificar e corrigir descargas de vapor e condensado;
- verificar as configurações de controlo;
- reparar o isolamento danificado;
- desligar o equipamento quando este não for necessário;
- desligar os sistemas de vapor e condensados quando não necessários;
- melhorar a recuperação do condensado;
- fazer uma revisão geral das estações de redução de pressão;
- isolar tubos não isolados, acessórios e equipamentos;
- remover a tubulação redundante de vapor condensado;
- reduzir a pressão do vapor, sempre que possível;
- mudar a tubagem ou deslocar o equipamento para reduzir o comprimento da tubulação;
- adicionar equipamentos de medição e monitorização;
- fazer um upgrade ao isolamento;
- eliminar o uso de vapor, sempre que possível;
- Instituir um programa de substituição dos purgadores de vapor;
- optimizar os tamanhos dos tubos;
- recuperar o calor do condensado;
- medir os fluxos de vapor e condensados.

Folha de avaliação de sistemas de vapor e condensado

Tubagem Redundante

Examinar os desenhos actualizados do sistema de distribuição, caso existam, ou caminhar a pé através da instalação e procurar oportunidades de agilizar a rede de vapor e de condensado.

Existe alguma tubagem redundante que não esteja a ser utilizada?

- ❑ SIM. EM PRIMEIRO LUGAR, GARANTIR QUE A TUBULAÇÃO PODE SER ISOLADA DO RESTO DO SISTEMA. ENTÃO, PENSAR EM RETIRAR AS PEÇAS QUE NÃO SÃO NECESSÁRIAS.
- ❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

Fugas de vapor

Caminhar através da instalação acompanhado de um equipamento de detecção apropriado (por exemplo, detector de ultra-som, pirómetro, estetoscópio) e procurar descargas de vapor.

Existe alguma fuga?

- ❑ SIM. PROVIDENCIAR A REPARAÇÃO DE TODOS AS FUGAS.
- ❑ NÃO. VERIFICAR MENSALMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

É possível indicar alguma fuga que esteja a ocorrer entre as válvulas ou entre os purgadores?

- ❑ SIM. PROVIDENCIAR A REPARAÇÃO DE TODOS AS FUGAS.
- ❑ NÃO. VERIFICAR SE O FUNCIONAMENTO ESTÁ A DECORRER NORMALMENTE, CHAMANDO O TÉCNICO ESPECIALISTA DO FORNECEDOR. VERIFICAR O SISTEMA COM UM DETECTOR DE FUGAS DE ULTRA-SOM. VERIFICAR MENSALMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

Caminhar através da instalação para verificar as condições de isolamento existentes.

Os tubos de vapor estão isolados?

❑ SIM. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

❑ NÃO. INSTALAR, NA PRIMEIRA OPORTUNIDADE, UMA ESPESSURA ECONÓMICA DE ISOLAMENTO.

O isolamento está seco?

❑ SIM. VERIFICAR MENSALMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. LOCALIZAR A FONTE DE HUMIDADE E CORRIGIR O PROBLEMA. SE, POR EXEMPLO, O TUBO ESTÁ COM DESCARGA, REPARÁ-LO. SUBSTITUIR O ISOLAMENTO.

O isolamento encontra-se intacto?

❑ SIM. VERIFICAR MENSALMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. SUBSTITUIR O ISOLAMENTO DANIFICADO.

Existe algum material de isolamento mais eficaz?

❑ SIM. AVALIAR OS ASPECTOS ECONÓMICOS DA SUBSTITUIÇÃO DO ISOLAMENTO PRESENTE PARA OUTRO.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

A espessura do isolamento é suficiente? (deve ser fria ao toque.)

❑ SIM. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

❑ NÃO. CONSIDERAR A ADIÇÃO DE MAIS ISOLAMENTO.

IV.II.V AR COMPRIMIDO

Os compressores de ar para a geração de ar comprimido são amplamente utilizados em ambientes industriais, uma vez que, o ar comprimido funciona como energia motriz para os equipamentos e ferramentas, e como fonte de ar para a transmissão de sinais e sistemas de válvulas e outros dispositivos. Tal como o vapor, a água e a electricidade, o ar comprimido é um utilitário da instalação que é facilmente desperdiçado, caso certas precauções básicas, como as descritas em seguida, não forem tomadas:

- usar o mínimo de ar comprimido possível;
- usar o ar comprimido à menor pressão funcional;
- manter compressores na eficiência máxima.

Outro aspecto importante a ter em conta é assegurar que o tipo de compressor de ar seja adequado ao regime de consumo da instalação.

Em geral, a perda de ar comprimido no sistema de distribuição representa um consumo de energia excessivo significativo.

- **Consumo de ar comprimido**

Reduzindo-se o consumo de ar comprimido, é reduzida a quantidade de energia necessária para o funcionamento do compressor. Isto é conseguido através de medidas de manutenção, como reparações rápidas de fugas no sistema de distribuição, e assegurando-se que os compressores e equipamentos de ar comprimido são desligados quando não estão a ser utilizados.

- **Pressão no sistema de ar comprimido**

Desde que a potência requerida pelo compressor seja directamente proporcional à pressão de funcionamento, operar com a menor pressão necessária para satisfazer os requisitos do sistema, pode reduzir os custos de energia.

- **Oportunidades de gestão de energia**

Os seguintes itens operacionais e de manutenção devem ser revistos regularmente para garantir que os compressores estão a operar com a eficiência máxima:

- inspeccionar e limpar filtros de entrada de ar do compressor regularmente para manter a menor resistência (queda de pressão) possível e reduzir o uso do compressor de energia;
- garantir que o compressor funciona com o ar de admissão limpo;
- verificar o funcionamento do sistema de refrigeração de ar comprimido, mantendo limpas as superfícies de transferência de calor de ar e água;
- monitorizar o coeficiente de desempenho (COP) da instalação do compressor regularmente e corrigir os desvios da normalidade;
- manter os ajustes mecânicos, assegurando que as correias de transmissão são mantidas na tensão correcta, que as roldanas e acoplamentos estão alinhados (vibrações correctas) e que os componentes são devidamente mantidos e lubrificados;
- modificar ou redefinir as entradas de ar para locais mais frescos;
- rever e actualizar os controlos do compressor (especialmente os sistemas de descarga) para situações em que sua produção total não é necessária;
- em grandes instalações com enormes necessidades de ar comprimido e grandes instalações de compressores, considerar o outsourcing da produção de ar comprimido, como algumas grandes empresas têm feito de forma rentável, com poupança de energia.

Dica

Implementar um programa de inspecções regulares e de manutenção preventiva para minimizar falhas dos componentes do compressor.

Folha de avaliação dos Compressores

Existe algum sinal sonoro de fugas de ar comprimido?

❑ SIM. REPARAR LOGO QUE POSSÍVEL.

❑ NÃO. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

O equipamento que não é utilizado está desligado?

❑ SIM. VERIFICAR REGULARMENTE.

❑ NÃO. DESLIGAR OS EQUIPAMENTOS DESNECESSÁRIOS.

Existe algum compressor a trabalhar, ainda que não seja necessário?

❑ SIM. DESLIGAR OS COMPRESSORES DE AR DESNECESSÁRIOS

❑ NÃO. VERIFICAR REGULARMENTE.

A pressão do sistema é superior à necessária?

❑ SIM. VERIFICAR A PRESSÃO DE AR MÁXIMA EXIGIDA PELA INSTALAÇÃO E REDUZIR A PRESSÃO DO SISTEMA, SE POSSÍVEL.

❑ NÃO. VERIFICAR REGULARMENTE.

Eficiência dos compressores

O ar de entrada é o mais fresco possível?

❑ SIM. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

❑ NÃO. CONSIDERAR CONDUTAS DE AR FRESCO PARA FORA DA ENTRADA DO COMPRESSOR.

As correias de transmissão estão em boas condições e correctamente alinhadas com a tensão correcta?

❑ SIM. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. SUBSTITUIR AS CORREIAS DESGASTADAS.

As superfícies de transferência de calor do sistema de transferência de refrigeração são limpas?

❑ SIM. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. LIMPAR AS SUPERFÍCIES DE TRANSFERÊNCIA O MAIS RAPIDAMENTE POSSÍVEL. ADICIONAR A LIMPEZA NO ESQUEMA DE MANUTENÇÃO EM VIGOR.

Os filtros de entrada de ar são limpos?

❑ SIM. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. LIMPAR OU SUBSTITUIR OS FILTROS DE AR DE ADMISSÃO.

Será que alguns equipamentos necessitam apenas de baixa pressão de ar, ou seja, 10 psig ou menos?

❑ SIM. CONSIDERAR SUBSTITUIR O COMPRESSOR POR UMA VENTOINHA DE PRESSÃO.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

O consumo de ar comprimido varia muito ao longo do dia?

❑ SIM. CONSIDERAR A INSTALAÇÃO DE CONTROLOS DE VELOCIDADE VARIÁVEL NA UNIDADE DO COMPRESSOR.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

Existem variações de curto prazo na demanda?

❑ SIM. INSTALAR UM RESERVATÓRIO DE AR PARA AJUDAR O COMPRESSOR A OPERAR COM EFICIÊNCIA MÁXIMA SOB CARGAS FLUTUANTES.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

IV.II.VI MOTORES ELÉCTRICOS

Os ventiladores são usados para movimentar o ar e as bombas. As bombas desempenham uma função idêntica quando efectuam o transporte de líquidos ao longo de uma tubagem, vencendo a respectiva perda de carga. Os ventiladores e as bombas utilizam um elemento comum - o motor eléctrico. A eficiência energética de um sistema – seja de ventiladores, bombas ou de compressores – só pode ser alcançada quando o accionamento do motor e da carga é considerado como uma unidade e os seus componentes são optimizados.

Uma parte significativa do potencial de energia de um motor pode ser alcançada através de melhorias na instalação, incluindo a correcta selecção e dimensionamento do motor, eliminando/minimizando as cargas desnecessárias e minimizando os tempos de marcha lenta.

Neste contexto, deverá ser analisada a substituição de motores eléctricos mais velhos, por outros de alta eficiência. Esta substituição apresenta períodos de recuperação do investimento mais atractivos quanto maior for o valor de potência em causa.

Os motores eléctricos de elevada eficiência oferecem muitas vantagens, entre as quais se destacam:

- geram menos calor;
- têm um tempo de vida útil maior;
- são muito fiáveis;
- apresentam menores necessidades de manutenção (por exemplo, rolamentos de substituição).

> Embora a eficiência de energia de um motor eléctrico possa estar na faixa de 80 a 90 por cento, no caso dos motores de alta eficiência eléctrica, essa eficiência pode chegar a 97 por cento.

> Quando se tem em conta o tempo de vida útil dos equipamentos, a manutenção reduzida e o pouco tempo de inactividade, tornam o retorno do investimento no variador muito maior.

> Com variadores de velocidade é possível obter poupanças de energia de 40 a 60 por cento.

Os variadores de velocidade variável (VSDs) são dispositivos electrónicos que trabalham como inversores de frequência, podendo regular, com grande flexibilidade, a velocidade de um motor para diminuir o consumo de energia.

Ventiladores

Os ventiladores centrífugos são mais utilizados para o tratamento de ar industrial e para aplicações de climatização. O seu consumo de energia é influenciado por diversas variáveis, algumas delas relacionadas com a operação e manutenção.

A energia consumida pelo motor corresponde ao total da energia requerida pelo ventilador para movimentar o ar mais a energia perdida entre ventilador e o motor. Deste modo, para assegurar uma boa eficiência energética é necessário assegurar o correcto funcionamento dos dois.

- **Oportunidades de gestão de energia**

Como oportunidades de gestão de energia a este nível, apontam-se:

- implementar um programa de inspecção e manutenção preventiva para minimizar falhas dos componentes;
- verificar e ajustar as correias com regularidade;
- limpar e lubrificar os componentes do ventilador;
- limpar ou substituir os filtros de ar regularmente;
- desligar os ventiladores, quando já não são necessários;
- optimizar ou reduzir a velocidade da ventoinha, adequando-a ao fluxo de ar ideal, com os amortecedores na posição de abertura máxima para uma distribuição de ar equilibrada;

- adicionar um motor de velocidade variável para aumentar a flexibilidade do desempenho do ventilador de acordo com as necessidades;
- substituir as unidades desactualizadas por equipamentos mais eficientes, adequadamente dimensionados;
- substituir os motores sobredimensionados por motores de alta eficiência, adequadamente dimensionados;
- sempre que um sistema central seja obrigado a satisfazer as exigências do sub-sistema mais exigente, considera-se importante descentralizar o sistema em sub-sistemas locais, cada qual servindo os seus próprios requisitos;
- controlar o sistema de ventilação local com sensores de ultra-som.

Bombas

As bombas podem ser de dois tipos, dependendo do seu princípio de funcionamento:

- bombas centrífugas ou dinâmicas, que movem líquidos pela adição de energia cinética ao líquido;
- volumétricas, que proporcionam um fluxo volumétrico contrastante para uma determinada velocidade da bomba retendo o líquido nas cavidades da bomba e deslocando-o para a saída da mesma.

As bombas devem ser cuidadosamente dimensionadas para atender às exigências de fluxo. Se uma revisão mostra que uma bomba é capaz de produzir mais fluxo do que o processo requer, deverão ser consideradas as seguintes medidas:

- em aplicações onde o fluxo é constante, reduzir o tamanho do rotor da bomba centrífuga, se possível. Isto geralmente permite usar um motor menor;
- instalar um variador de velocidade nas bombas, quando a carga varia;
- optimizar os impulsores da bomba (change-out) para assegurar que os pontos de funcionamento estão na zona óptima da curva da mesma;
- fazer a manutenção das bombas através de acções de inspecção e manutenção regulares para monitorizar o desempenho e uma possível indicação de fracasso.

- **Oportunidades de gestão de energia**

Para uma melhor gestão energética das bombas, aconselha-se:

- implementar um programa de inspecção periódica e de manutenção preventiva para minimizar a falhas dos componentes da bomba;
- verificar e ajustar o controlador de motor para regular a tensão da correia e o alinhamento do acoplamento;
- limpar os impulsores da bomba e reparar ou substituir se deteriorados ou picados;
- instalar um variador de velocidade para melhor adequar o funcionamento do motor às variações do consumo;
- considerar a instalação de um sistema informatizado de controlo da gestão de energia.

Folha de avaliação de Ventiladores e Bombas

Operação e manutenção

Inspeccionar a propulsão mecânica de todos os ventiladores e bombas.

As correias de transmissão estão em bom estado e ajustadas para a tensão correcta?

❑ SIM. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. SUBSTITUIR CORREIAS DESGASTADAS, USANDO CONJUNTOS COMBINADOS DE VÁRIAS UNIDADES DE CINTO DE SEGURANÇA, E AJUSTAR A TENSÃO CORRECTAMENTE.

Os ventiladores ou bombas produzem vibrações ou ruídos excessivos?

❑ SIM. LOCALIZAR E CORRIGIR O PROBLEMA O MAIS RAPIDAMENTE POSSÍVEL.

❑ NÃO. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER A NORMALIDADE.

Os filtros de ar são limpos?

❑ SIM. VERIFICAR REGULARMENTE PARA MANTER O PADRÃO.

❑ NÃO. LIMPAR OU SUBSTITUIR FILTROS ENTUPIDOS, O MAIS RAPIDAMENTE POSSÍVEL.

Há alguma falha de projecto, como restrições ao fluxo?

❑ SIM. CONSIDERAR CHAMAR UM CONSULTOR PARA AVALIAR O SISTEMA.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

Os fluxos variam?

❑ SIM. SE AS TAXAS DE FLUXO VARIAM CONSTANTEMENTE, CONSIDERAR O USO DE VARIADORES DE VELOCIDADE OU DE DOIS MOTORES DE VELOCIDADE.

❑ NÃO. SE AS TAXAS DE FLUXO SÃO SISTEMATICAMENTE INFERIORES À CAPACIDADE NOMINAL DO EQUIPAMENTO, CONSIDERAR O USO DE EQUIPAMENTOS DE MENOR CAPACIDADE.

IV.II.VII SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

As tecnologias de iluminação têm sido alvo de grande evolução nos tempos recentes, assegurando elevados níveis de eficiência luminosa e energética. No entanto, devido aos períodos de retorno menos atractivos, uma boa gestão dos sistemas existentes numa dada instalação é fundamental.

O primeiro passo na redução dos custos de electricidade relacionados com a iluminação é assegurar que a solução instalada é apropriada para o local, tendo em consideração as tarefas a realizar e, deste modo, as necessidades de iluminação.

A realização de uma auditoria específica ao sistema de iluminação é a melhor forma de assegurar que estão reunidas as condições para a minimização dos consumos de energia neste consumidor. Este tipo de estudo, além de incidir sobre a qualidade da iluminação e a sua adaptação às necessidades do local, permite identificar situações de má utilização, tais como:

- lâmpadas acesas em áreas desocupadas: mesmo as lâmpadas mais eficientes desperdiçam energia quando são deixadas acesas desnecessariamente. Neste caso, deverá ser equacionada a possibilidade de implementação de um sistema de temporizadores ou outros dispositivos com objectivo idêntico.
- lâmpadas, lentes e superfícies reflectoras sujas: pó e depósitos de gordura na iluminação podem reduzir a luz que atinge a zona alvo em cerca de 30 por cento. Assim, as lâmpadas, lentes e superfícies reflectoras devem ser limpas, pelo menos, uma vez a cada dois anos e, mais frequentemente, quando são instaladas em locais gordurosos, empoeirados ou com fumo e ainda quando fazem parte de um sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC);

- zonas sobre iluminadas: nas áreas com mais iluminação do que as actividades requerem, deve-se remover algumas luzes ou instalar sistemas de escurecimento. Quando as áreas são iluminadas com luminárias fluorescentes e de alta intensidade de descarga, deve-se garantir que os balastros são desligados, pois estes consomem energia mesmo quando a lâmpada é removida. Os sistemas de dimerização são úteis para as áreas onde vários tipos de actividades têm lugar. Por exemplo, áreas de produção podem ser completamente iluminadas durante os períodos de produção e diminuir quando a limpeza e o pessoal da segurança estão no local;
- equipamentos de iluminação obsoletos: actualizando o sistema de iluminação com equipamentos energeticamente eficientes, geralmente, tem-se uma redução efectiva dos custos. A modernização deve ser considerada para melhorar a eficiência energética global da instalação, bem como para trazer o sistema de iluminação em conformidade com os regulamentos de Eficiência Energética.

Dica

Desligar:

- As lâmpadas incandescentes quando não são necessárias;
- Lâmpadas fluorescentes quando vão permanecer desligadas mais do que 15 minutos;
- Lâmpadas de alta descarga quando vão permanecer desligadas mais do que uma hora.

Folha de avaliação dos sistemas de iluminação

Operação

Caminhar através da instalação, verificando se as luzes estão apagadas em áreas desocupadas.

As luzes encontram-se apagadas em áreas desocupadas?

❏ SIM. VERIFICAR PERIODICAMENTE.

❏ NÃO. SENSIBILIZAR OS COLABORADORES PARA DESLIGAR LUZES QUANDO SAEM. PERGUNTAR AOS COLABORADORES DA SEGURANÇA OU DA LIMPEZA PARA GARANTIR QUE AS LUZES SÃO DESLIGADAS. CONSIDERAR A INSTALAÇÃO DE TEMPORIZADORES OU SENSORES DE OCUPAÇÃO PARA QUE AS LUZES SE APAGUEM AUTOMATICAMENTE.

Considerar a instalação de um sistema de gestão da iluminação para a instalação. Considerar a instalação de um detector de movimento para o pátio exterior e uma iluminação do perímetro do edifício.

As luminárias estão limpas?

❏ SIM. VERIFICAR PERIODICAMENTE.

❏ NÃO. LAVAR AS LÂMPADAS, LENTES E SUPERFÍCIES REFLECTORAS PARA REMOVER A SUJIDADE ACUMULADA.

Os níveis de luz estão adequados ao trabalho realizado em cada área?

❏ SIM. VERIFICAR PERIODICAMENTE.

❏ NÃO. SE OS NÍVEIS DE LUZ SÃO MUITO ALTOS, CONSIDERAR A REMOÇÃO OU A COLOCAÇÃO DE NOVAS LÂMPADAS COM ALTA EFICIÊNCIA OU DE BAIXA VOLTAGEM.

As áreas são iluminadas com lâmpadas incandescentes?

❑ SIM. CONSIDERAR A SUBSTITUIÇÃO POR LÂMPADAS COM MELHOR CONSUMO DE ENERGIA E/OU MAIS EFICIENTES.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

Os espaços interiores maiores são iluminados com lâmpadas fluorescentes ineficientes?

❑ SIM. CONSIDERAR A SUBSTITUIÇÃO POR LÂMPADAS FLUORESCENTES MAIS EFICIENTES.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

Existem grandes áreas iluminadas com lâmpadas de vapor de mercúrio?

❑ SIM. SE A QUALIDADE DA RETRIBUIÇÃO DE COR DAS LÂMPADAS DE VAPOR DE MERCÚRIO NÃO SÃO NECESSÁRIAS, CONSIDERAR INSTALAR HALOGÉNEAS DE METAL COMPATÍVEL OU LÂMPADAS DE SÓDIO DE ALTA PRESSÃO, QUE SÃO MAIS EFICIENTES EM TERMOS ENERGÉTICOS.

❑ NÃO. NENHUMA ACÇÃO É NECESSÁRIA.

A APLICAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

V. A APLICAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

No que respeita à aplicação das energias renováveis, durante as visitas realizadas, foi possível constatar que no subsector das Indústrias Alimentares, Bebidas e Tabaco é já uma prática comum. Se num dos casos – utilização da biomassa – corresponde à continuação de uma determinada maneira de "como fazer", noutro – painéis solares – a sua utilização obedeceu a critérios de viabilidade económica.

De facto e no que respeita às principais tecnologias de energias renováveis, o seu desenvolvimento tecnológico actual permite uma integração mais fácil, do que se observava há uns anos atrás. Deste modo, a sua implementação obedecerá a critérios económicos e ambientais.

No momento actual, entre as várias tecnologias de energias renováveis, merecem destaque os painéis térmicos solares no aquecimento, quer de águas de processo, quer de ar quente, gerador de vapor e água quente de biomassa e, ainda, as bombas de calor geotérmicas, uma vez que são as tecnologias que asseguram um melhor equilíbrio técnico-económico.

No entanto, a micro-produção de energia eléctrica, não só através dos painéis fotovoltaicos, mas também pela crescente oferta de soluções de micro-eólica, representa uma tecnologia com elevado potencial de integração, apesar de custos mais significativos.

A diminuição do seu custo de aquisição e o maior incentivo à sua utilização por parte do estado, poderão contribuir para uma maior facilidade na sua integração num contexto industrial.

CONCLUSÕES

VI. CONCLUSÕES

Como se referiu, pretendia-se que este documento assumisse o carácter de um Manual de Boas Práticas para a Eficiência Energética, embora fundamentado em visitas técnicas efectuadas a empresas de determinados sectores ou subsectores de actividade económica das regiões Norte e Centro do País, seleccionados em função da sua importância para os tecidos económicos destas duas regiões e dos consumos de energia de cada um.

Assim, a primeira parte do trabalho correspondeu à caracterização da actividade económica das regiões alvo deste trabalho (Norte e Centro), com o objectivo de identificar os subsectores com maior impacto, com base em critérios previamente definidos.

Em seguida, foi efectuada uma avaliação dos consumos de energia ao longo do período de 2000 a 2007, com vista à identificação dos subsectores com maior quota, em termos percentuais, no consumo de energia. Com base nesta metodologia, os sectores seleccionados foram:

- Indústrias Metalúrgicas de Base e de Produtos Metálicos;
- Indústrias Alimentares, Bebidas e tabaco;
- Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos;
- Indústrias do Couro e dos Produtos de Couro.

A realização das visitas técnicas permitiu caracterizar as práticas de gestão de energia nas empresas visitadas.

Neste contexto, considerou-se de interesse salientar que as empresas pertencentes ao subsector da Fabricação de Outros Produtos Minerais não Metálicos e, portanto, abrangidas pelo Regulamento de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia, evidenciaram práticas de gestão de energia adequadas, designadamente ao nível da monitorização dos consumos e da avaliação dos principais consumidores, bem como da definição de responsabilidades.

Já no caso das empresas dos restantes subsectores analisadas, constatou-se que não é do seu conhecimento a existência do referido regulamento pelo que, apesar das preocupações com os custos energéticos, não possuem sistemas de monitorização e de responsabilidades definidos. Deste modo, as questões associadas à gestão de energia têm por base históricos de consumos e análises casuísticas.

É ainda de salientar que não foi possível associar nenhuma das práticas menos adequadas verificadas a um sector de actividade específico, dependendo estas mais do tipo de consumidor ou equipamento em questão. Neste contexto, neste documento optou-se por efectuar uma breve caracterização dos factores mais relevantes para a eficiência dos principais tipos de consumidores encontrados nas empresas visitadas. Foram também elaboradas várias "Folhas de Verificação" das acções a desenvolver, com determinada periodicidade, tendo em vista assegurar as condições adequadas de funcionamento desses equipamentos e, assim, o bom desempenho energético.

ANEXO
GUIA TÉCNICO DE ORIENTAÇÃO DAS VISITAS

Data___/___/___

1. Identificação e caracterização da actividade da empresa

Nome		
Localização		Telefone – Fax -
e-mail		
Actividade		
CAE (Rev.3)		
Pessoa de contacto		Telefone -
		Fax-
	Função	e-mail -
Nº de empregados		
Regime de laboração		
Produtos principais		
Mercados		

Outras observações:

2. Dados Globais

2.1. Enquadramento legal

a) A empresa é abrangida pelo SGCIE?

Sim ☐
Não ☐
Regime voluntário ☐
Não sabe ☐

a1) Em caso afirmativo, qual o nível de consumo?

≥ 500 (tep/ano) e <1000 (tep/ano) ☐
≥ 1000 (tep/ano) ☐
Outro ______________________________

b)Indicadores do Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn)

Indicador		Valor	Melhoria (%)
Intensidade energética	Consumo total de energia*/valor acrescentado bruto		
	Consumo total de energia*/volume de produção **		
Intensidade Carbónica	Valor das emissões de gases de efeito de estufa/consumo total de energia		

*Considerando apenas 50% da energia resultante de resíduos endógenos e de outros combustíveis renováveis.
**Sempre que aplicável.

c) A pessoa que esta a responder ao questionário, é o profissional certificado pela ADENE e responsável pelas instalações?

Sim ☐
Não ☐

No caso de não ser, indique o motivo:______________________________________

2.2. Formas de energia

Designação	Uso

2.3. Produção

Nome/tipo	Quantidade/base temporal

2.4. Matérias-primas

Nome/tipo	Quantidade/base temporal

3. Características do processo

3.1. Esquema genérico do processo produtivo

3.2. Descrição das secções existentes nas instalações

Designação	Descrição	Equipamentos

3.3. Principais equipamentos produtivos

<table>
<tr><td>Designação</td><td colspan="2"></td><td>Nº:</td></tr>
<tr><td>Função</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Marca/Modelo</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Fabricante</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Regime de funcionamento</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Energia</td><td>Tipo</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Valor</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">Avaliação do consumo</td><td colspan="2">Efectuado</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Não efectuado</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Método:</td></tr>
<tr><td colspan="3">Responsável:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Manutenção</td><td rowspan="2"></td><td>Equipa interna</td><td></td></tr>
<tr><td>Equipa externa</td><td></td></tr>
<tr><td>Observações</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

3.4. Outros equipamentos produtivos

Designação			Nº:
Função			
Marca/Modelo			
Fabricante			
Regime de funcionamento			
Energia	Energias Consumidas		
	Consumo		
Avaliação do consumo	Efectuado		
	Não efectuado		
	Método:		
	Responsável:		
Manutenção		Equipa interna	
		Equipa externa	
Observações			

4. Utilidades

4.1. Caldeira

4.1.1. Características gerais

Tipo	
Fabricante	
Timbre	
Pressão de funcionamento	
Categoria	
Superfície de aquecimento	
Capacidade	
Vaporização normal	
Vaporização máxima	
Outro	
Funcionamento:	

4.1.2. Funcionamento e usos

a) Existe isolamento ao nível do sistema de vapor e/ou água quente?

Sim		Tubos		
		Válvulas		
		Curvas		
		Outros		

Não

4.1.3. Estrutura

b) A caldeira possui sistema de controlo automatizado?

Sim ☐

Não ☐

c) Existe sistema de recuperação de condensados ou capacidade de existir?

Sim ☐

Não ☐

d) Quais dos elementos do sistema de geração de vapor que se encontram isolados?

Caldeiras	
Tubagens	
Válvulas	
Outras	

4.1.4. Manutenção

e) São realizadas inspecções periódicas de manutenção á caldeira de acordo com as instruções do fabricante?

Sim ☐

Não ☐

f) Com que frequência é feita a manutenção da caldeira?

Uma vez por semana	
Uma vez por mês	
Nunca	
Outra	

4.2. Chillers

4.2.1. Funcionamento e uso

a) Tipo de *chiller*

Tipo		Número
Compressão		
Absorção		
Outro		

b) Algum dos *chillers* possui mais de dez anos?

Sim ☐

Não ☐

c) O compressor associado ao *chiller* está a operar com pressões de sucção baixas de modo a manter a temperatura e a gama de pressão desejadas?

Sim ☐

Não ☐

d) O *chiller* possui um sistema de *bypass* que permite que este seja desligado quando as temperaturas exteriores podem ser usadas?

Sim ☐

Não ☐

e) Existe sistema de recuperação de calor?

Sim ☐ Qual?____

Não ☐

f) O sistema de evaporação e condensação possui duas velocidades?

Sim ☐

Não ☐

4.2.2. Estrutura

g) As tubagens referentes ao chiller são extensas demais?

Sim ☐
Não ☐

h) Quais dos seguintes componentes são isolados?

Tubos	
Válvulas	
Zona de refrigeração	
Outra	

4.2.3 Manutenção

i) Os componentes são revistos regularmente segundo as normas emitidas pelo fabricante?

Sim ☐
Não ☐

j) Com que frequência é feita a manutenção do *chiller*?

Uma vez por semana	
Uma vez por mês	
Nunca	
Outra	

4.3. Ar comprimido

4.3.1. Funcionamento e uso

a) Tipo de compressores

Compressor alternado (pistão)	
Parafuso duplo	
Centrifugo	
Outro	

b) As pressões do ar estão ajustadas para um valor mínimo indispensável de laboração?

Sim ☐
Não ☐

c) Quais das operações seguintes estão ligadas ao sistema de ar comprimido?

Secadores	
Filtros	
Aquecedores	
Separadores de óleo	
Outro	

d) Os compressores operam a capacidade zero por longos períodos de tempo?

Sim ☐ Quando?____
Não ☐

e) A temperatura de entrada do ar é controlada de alguma maneira?

Sim ☐
Não ☐

4.3.2. Estrutura

f) São utilizados compressores sequenciais ou multi faseados?

Sim ☐

Não ☐

4.3.3. Manutenção

g) São realizadas inspecções regulares ao sistema para detectar falhas e perdas de pressão?

Sim ☐

Não ☐

h) Os componentes são revistos regularmente segundo as normas emitidas pelo fabricante?

Sim ☐

Não ☐

4.4. Iluminação

4.4.1. Características gerais

Equipamento utilizado	
Estado do tempo	
Horas	
Coordenadas do edifício	

4.4.2. Controlo dos níveis de iluminação

Tipo de controlo	Secção	Compartimento
Temporizadores horários		
Interruptores		
Programadores horários		
Sensores de iluminação		
Sensores de ocupação		
Reguladores de luminosidade		
Um interruptor para várias lâmpadas?		

4.4.3. Características do espaço

Secção	Compartimento	Comprimento	Largura	Cor do tecto	Cor das paredes	Cor do soalho

4.4.4. Características do sistema de iluminação

Secção	Compartimento	Tipo de lâmpada	Nº de lâmpadas	Potência	Tipo de luminária	Nº de luminárias	Tipo de balastro

4.4.5. Frequência de limpeza dos meios de iluminação

Diáriamente	
Semanalmente	
Mensalmente	
Nunca	
Outro	

4.4.6. Outros aspectos

a) Existem avisos para lembrar os colaboradores para apagar as luzes quando não são necessárias?

Sim ☐
Não ☐

b) Existem sinalização a indicar em cada interruptor para que sistema se destina?

Sim ☐
Não ☐

c) Existiu algures alguma troca de lâmpadas fluorescentes velhas por componentes novos mais eficientes?

Sim ☐
Não ☐

4.5. Sistema de ar condicionado:

4.5.1. Funcionamento e uso

a) Tipo de ar condicionado

Ciclo inverso	
Unidade de refrigeração das paredes	
Sistema de refrigeração central	
Chiller	
Sistema de evaporação	
Nenhum	
Outro	

b) O sistema possui mais de 10 anos?

Sim ☐
Não ☐

c) Descrição breve do modo de funcionamento

____

____

____

d) Como é feito o controlo do sistema?

Automático	
Interruptores manuais	
Outro	

e) Os controladores encontram-se acessíveis?

Sim ☐
Não ☐

f) Qual é a temperatura do termóstato quando se aquece e quando se arrefece o edifício?

____

g) Quando é desligado o ar condicionado?

No fim do dia	
No fim-de-semana	
Feriados	
Quando o compartimento não esta a ser utilizado	
Nunca	
Outro	

h) É frequente abrirem janelas quando o ar condicionado esta ligado?

Sim ☐

Não ☐

i) Existem objectos a bloquear os equipamentos de ar condicionado?

Sim ☐

Não ☐

4.5.2. Estrutura

j) O edifício encontra-se adequadamente isolado?

Sim ☐

Não ☐

4.5.3. Manutenção

k) O sistema recebe manutenção de acordo com as instruções do fabricante?

Sim ☐

Não ☐

l) Com que frequência é feita a manutenção do sistema de ventilação?

Uma vez por semana	
Uma vez por mês	
Nunca	
Outra	

4.6. Ventilação:

4.6.1. Funcionamento e usos

a) O edifício possui sistema de ventilação mecânica?

Sim ☐

Não ☐

b) Breve descrição do funcionamento

____

____

c) É possível regular o sistema de ventilação?

Sim ☐

Não ☐

d) Quais das componentes podem ser manualmente ou automaticamente fechadas quando necessário?

Equipamento	Número total	Número de unidades com sistema de fecho
Ventoinhas de exaustão		
Ventoinhas de ventilação		
Dutos e grelhas		
Outros		

e) Existem sistemas de movimentação de ar, nomeadamente, ventoinhas nos tectos?

Sim ☐

Não ☐

4.6.2. Manutenção

f) São realizadas inspecções periódicas de manutenção aos equipamentos de acordo com as instruções do fabricante?

Sim ☐

Não ☐

g) Com que frequência é feita a manutenção do sistema de ventilação?

Uma vez por semana	
Uma vez por mês	
Nunca	
Outra	

BIBLIOGRAFIA

[AEA] "Study on Energy Management and Optimisation in Industry", DG Energy, Julho de 2002.

[CIPEC] "Energy Efficiency Planning and Management Guide", Office of Energy Efficiency National Resources of Canada, 2002.

[CRES] "ProMot – Promotion of Efficient Electric Motor Systems EC-Save Programme", 2002.

[DEHAGO] "Energy Audit Tool – Greenhouse Challenge Plus", 2005.

[DOE-US] "The integration of Renewables", 2004.

[EC-JRC] "Integrated Pollution Prevention and Control – Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency", Ippc Bureau, Junho de 2008.

[ETSU] "Undertaking an Industrial Energy Survey", Energy Efficiency Best Pratice Programme, Fevereiro de 2002.

[ETSU] "Energy Efficient Refrigeration Technology – The Fundamentals", Energy Efficiency Best Pratice Programme, Janeiro de 2002.

[ETSU] "Energy Efficient Operation of Dryers in the Ceramics Industry", Energy Efficiency Best Pratice Programme, 1998.

PROGRAMA
SUSTENTAR

INVESTIR NO SEU FUTURO